

DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA: Uma Análise por Meio do Método MQO

<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2025.63.17014>

Submetido em: 25/2/2025

Aceito em: 26/9/2025

Publicado em: 22/10/2025

Emilio Campos Mendes¹
Maurílio de Abreu Monteiro²

RESUMO

O bioma Amazônia representa cerca de 49% do território brasileiro. Com o processo de ocupação que avançou rapidamente a partir da década de 1960, houve, igualmente, acelerada supressão da floresta que caracteriza o bioma, chegando, em 2020, a 74,2 milhões de hectares de área desmatada. Neste contexto, a pesquisa analisou, em termos empíricos, as principais causas aparentes do desmatamento nos 513 municípios que compõem o bioma. Recorrendo às principais variáveis citadas pela literatura, realizou-se a modelagem matemática do desmatamento mediante a utilização de MQO. O trabalho conclui que o modelo de regressão permitiu identificar que a expansão do rebanho bovino, a ampliação das estradas e a proximidade com centros consumidores são os principais fatores que concorrem para o desmatamento do bioma.

Palavras-chave: Amazônia; MQO; desmatamento; rebanho bovino; estradas.

DEFORESTATION IN THE AMAZON: AN ANALYSIS USING THE MQO METHOD

ABSTRACT

The Amazon biome represents about 49% of the Brazilian territory. With the occupation process that advanced rapidly from the 1960s, there was an equally accelerated suppression of the forest that characterizes the biome, reaching, in 2020, 74.2 million hectares of deforested area. In this context, the research analyzed, in empirical terms, the main apparent causes of deforestation in the 513 municipalities that make up the biome. Using the main variables mentioned in the literature, mathematical modeling of deforestation was carried out using MQO. The work concludes that the regression model identified that the expansion of the cattle herd, the expansion of roads and the proximity to consumer centers are the main factors that contribute to the deforestation of the biome.

Keywords: Amazon; MQO; Deforestation; bovine herd; roads; consumer markets.

¹ Universidade Federal do Pará – Ufpa. Belém/PA, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-5711-8697>

² Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – Unifesspa. Marabá/PA, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-0494-1751>

INTRODUÇÃO

Correspondendo a uma área de 4.196.943 km², o bioma Amazônia brasileiro detém quase 50% do território nacional. Esse território está inserido nos sete Estados da Região Norte do Brasil e em parte do Maranhão e do Mato Grosso. A delimitação desse recorte espacial, ao considerar a divisão administrativa em termos municipais, abarca 513 municípios, com a população, em 2020, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023a), de 23 milhões de pessoas, cerca de 10,9% da população nacional.

A ocupação deste território intensificou-se, sobretudo, a partir da década de 1970 em decorrência das políticas de integração e colonização que foram promovidas pelo Estado Nacional brasileiro. A primeira apoiava-se, especialmente, na concessão de incentivos fiscais como indutores de deslocamento de latifundiários para a região mediante a aquisição de subsídios fornecidos pela Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia (Sudam); a segunda deu-se mediante o estabelecimento de projetos de colonização públicos e privados de acordo com o I Plano de Desenvolvimento da Amazônia (I PDA) e II Plano de Desenvolvimento da Amazônia (II PDA) (Sudam, 1967, 1975).

A dinâmica de ocupação ganhou força no último quartel do século 20 e manteve-se vigorosa no século 21, tanto que o desflorestamento saiu de mais de 47 milhões de hectares (ha) em 2000 para cerca de 74 milhões de ha em 2020 do bioma Amazônia, de acordo com os dados do Projeto de Monitoramento da Amazônia Legal por Satélite (Prodes) (Inpe, 2020a).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos para investigar as possíveis causas do desmatamento. Alguns dos principais fatores apontados na literatura como causa desse fenômeno no bioma Amazônia, são a pecuária e a agricultura. Delazeri (2016), em seu estudo, apontou a pecuária como variável que causou e causa o desmatamento, uma vez que é uma atividade que não exige grandes preparos no solo e não há tanta restrição quanto ao relevo, o que faz ser rentável para o latifundiário. Autores como Gazoni e Mota (2010), Prates e Bacha (2010) e Reis e Margulis (1991), indicam a pecuária e a agricultura, além de outras variáveis, como impulsionadoras do desmatamento, sendo na agricultura principalmente a produção de grãos em larga escala.

Considerando que é um processo complexo e multifacetado, há na literatura inúmeras variáveis apontadas como causas do desmatamento. Neste sentido, busca-se, como objetivo, uma análise empírica que identifique o nível de relevância e as principais causas manifestas do fenômeno do desmatamento, levando em conta a sua extensão no ano de 2020. Como hipótese da pesquisa, decorrente da literatura utilizada, sugere-se que a expansão da pecuária bovina se apresenta como a maior causadora desse fenômeno, à qual se agregam outras de menor relevância. Para tal objetivo de análise pretende-se recorrer à modelagem matemática de regressão linear múltipla.

REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Becker (1985), o avanço das rodovias e agropecuária, na década de 1970/80, contribuiu para a expansão dos centros regionais ao longo de algumas rodovias na região Amazônica. A fronteira amazônica constitui-se como um espaço não estruturado e com potencial político, pois as constantes transformações sociais e dinâmicas apontadas por

Becker (1985) permanecem, gerando novas realidades e potencialidades políticas. Michelotti, Nascimento e Gomes Júnior (2023) destacam a expansão da fronteira do capital, que provoca diferentes configurações na Amazônia. Neste sentido, a dinâmica de uso do solo, induzido pelo Estado, perpassa por um processo de ocupação que pode ser constituído de múltiplas formas como um processo de “des-re-configuração” do território produtivo, tendo como consequência, dentre elas, a expansão do desmatamento (Becker, 1985; Michelotti; Nascimento; Gomes Júnior, 2023).

Este desmatamento pode ser ocasionado não somente pelo avanço das rodovias, mas também pelo processo de colonização que leva à introdução da pecuária e da agricultura mecanizada (Margulis, 2003; Diniz *et al.*, 2009). Além destes já mencionados, há outros fatores apontados como causas do desmatamento, como a disponibilidade de crédito rural e agrícola (Rivero *et al.*, 2009). Autores como Kaimowitz *et al.* (2004) e Fearnside (2005) apontam a extração de madeira como fator indireto do desmatamento. Mesmo que possa ocorrer de forma reduzida, possibilita a entrada de fazendeiros, bem como facilita o aumento de focos de incêndio na floresta.

Na agricultura, Diniz *et al.* (2009) indicam a existência de causalidade entre o desmatamento e lavouras temporárias e permanentes, pois são atividades que implicam a intensificação do uso do solo. Arima *et al.* (2011) propuseram analisar a expansão da soja como determinante do desmatamento na fronteira de expansão da produção. Os autores apontam a expansão da soja como altamente relacionada ao desmatamento, principalmente ao Sul e Leste da Amazônia brasileira. A expansão da soja já se concentra apenas nesta parte do território, mas tem avançado pelo nordeste da Amazônia brasileira, em Estados como o Tocantins, Pará e parte do Maranhão, que compõem a região (Gomes Junior, 2019). O estudo dos autores possibilita, ainda, afirmar que a redução de 1% da área de expansão da soja ocasiona a redução de 4% do desmatamento na fronteira de expansão.

Em seus estudos, Delazeri (2016) buscou identificar os determinantes do fenômeno do desmatamento nos municípios inseridos no “Arco verde” (municípios da região amazônica em que o desmatamento se concentrava, indo da borda da região nordeste do Pará aos Estados de Rondônia e Acre). Para a análise empírica, a autora fez uso da metodologia de dados em painel e modelagem com efeitos fixos, partindo da hipótese de que a pecuária e a agricultura da soja são as principais causas do desmatamento nesses municípios. Além destas variáveis, também foram utilizados crédito rural e investimento em infraestrutura de transporte. Delazeri (2016) conclui que a pecuária bovina se colocou como variável determinante para o avanço do desmatamento nos municípios analisados, porém a agricultura da soja não se mostrou significativa para o avanço deste fenômeno.

Diniz (2017) faz uso de uma série de métodos levantados na literatura com o objetivo de identificar os determinantes do desmatamento. Para tal objetivo o autor emprega variáveis como pecuária, agricultura, atividade madeireira, pobreza, entre outros. Os resultados do autor vão ao encontro dos apresentados na literatura, apontando a pecuária e a agricultura como fatores determinantes do desmatamento.

Tentando entender como o desenvolvimento econômico afeta o desmatamento da Amazônia, Barros e Stege (2019) utilizam das variáveis: pecuária, crédito rural, extração de madeira e agricultura por meio da curva ambiental de Kuznets, Metodologia Análise Explorató-

ria de Dados Espaciais (AEDE) e painel dinâmico espacial. Em sua análise, os autores asseveram que o crescimento do rebanho bovino, a extração de madeira e a produção agrícola apresentaram impactos positivos para a expansão do desmatamento.

Machado (2009) analisa o desflorestamento na Amazônia brasileira a partir da interação entre ação coletiva, governança e governabilidade em áreas de fronteira. A autora destaca como a dinâmica local de ocupação do território e uso dos recursos está condicionada tanto por incentivos econômicos quanto por arranjos institucionais, argumentando sobre como as políticas públicas e instrumentos de regulação – como a criação de áreas protegidas e o reconhecimento de direitos territoriais – desempenham papel central, favorecendo estratégias de conservação e limitando a expansão predatória da fronteira agrícola. Assim, o trabalho evidencia que a queda do desmatamento, observada a partir dos anos 2000, em partes, pode ser explicada pela capacidade do Estado em criar mecanismos de governança territorial que transformam comportamentos individuais e coletivos.

Dentre os mecanismos do Estado instituídos, destaca-se o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM), tendo como objetivo a redução do desmatamento e a preservação da floresta, onde inserem-se os instrumentos de monitoramento e controle, o ordenamento fundiário e territorial e o fomento às atividades sustentáveis. Este plano foi lançado em 2004 na gestão do presidente Luiz Inácio Lula da Silva, visando a um modelo de desenvolvimento para a região amazônica, com parcerias interministeriais e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O fomento destinado ao PPCDAM, segundo Santos, A. A. dos *et al.* (2021), contribuiu para a redução do desmatamento até 2015, último ano da fase 3, em que recebeu repasse. Após 2015 os autores destacam que houve desmonte dos órgãos de fiscalização ambiental, ocasionando o crescimento do desmatamento no território Amazônico.

O estudo de Santos, A. M. dos *et al.* (2021) analisa os fatores espaciais que impulsionam o desmatamento no bioma Amazônia entre 2010 e 2019, buscando compreender a variabilidade das causas associadas ao avanço desse fenômeno. Para isso, os autores selecionaram 14 variáveis e aplicaram modelos de regressão em ambiente de sistemas de informação geográfica (SIG), identificando a Regressão Ponderada Geograficamente (GWR) como a mais adequada.

Os resultados de Santos, A. M. dos *et al.* (2021) mostram que a variável mais correlacionada ao desmatamento foi o número médio de cabeças de gado, confirmando o papel central da pecuária extensiva como motor da supressão florestal, especialmente no sul da Amazônia. A análise espacial também revelou que os municípios com maiores áreas desmatadas formam um aglomerado no chamado “arco do desmatamento”, região onde a pressão antrópica é mais intensa. Assim, o trabalho reforça a centralidade do setor pecuário como principal vetor econômico do desmatamento amazônico.

Enquanto efeitos do fenômeno do desmatamento, o estudo de Butt *et al.* (2023), ao investigar os impactos regionais do desmatamento amazônico sobre o clima, revelam que o desmatamento não apenas aumenta as temperaturas localmente, mas também gera efeitos de aquecimento a distâncias de até 100 quilômetros das áreas desmatadas. A análise foi construída utilizando dados de sensoriamento remoto referentes ao período de 2001 a 2020, com foco no aquecimento causado por interações entre a perda de cobertura florestal e a atmosfera.

As projeções do estudo de Butt *et al.* (2023) mostram que, em cenários de desmatamento acelerado, Estados, como Mato Grosso, poderiam registrar um aquecimento de até 0,96 Kelvin (K) durante a estação seca entre 2020 e 2050, enquanto estratégias de redução de desmata-

mento poderiam limitar esse valor a 0,4 K. o que reforça a importância da conservação florestal não apenas para mitigar mudanças climáticas globais, mas também para promover adaptação regional e resiliência climática, destacando a relevância do manejo sustentável da Amazônia como instrumento de segurança ambiental e socioeconômica.

METODOLOGIA

Para a análise proposta utilizou-se a técnica de regressão linear múltipla, que se apresenta como uma ferramenta de análise multivariada capaz de investigar a relação entre uma variável dependente e um conjunto de variáveis independentes ou explicativas (Hair *et al.*, 2009). Esse método permite estimar a influência relativa de diferentes fatores sobre o fenômeno estudado de desmatamento, a partir do ajuste de um modelo estatístico cujos parâmetros são determinados pelo método dos mínimos quadrados ordinários, que minimiza a soma dos resíduos entre valores observados e estimados (Gujarati; Porter, 2011).

A regressão múltipla funciona como ferramenta de análise multivariada de dados que permite descrever, por meio do modelo, a causa de determinado fenômeno e a variável dependente, por meio das relações entre duas ou mais variáveis independentes ou explicativas (Hair *et al.*, 2009).

A equação base da regressão múltipla dá-se pela seguinte fórmula:

$$Y_i = (\beta_0 + \beta_1 X_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

Onde:

Y_i é a variável de saída ou dependente;

X_i são as variáveis explicativas;

β_0 o coeficiente de regressão linear;

β_1 o coeficiente de regressão angular; e

ε_i o resíduo da regressão, que indica a diferença entre o valor previsto e o valor real do modelo.

Na regressão linear a diferença entre os valores observados e os estimados é chamada de resíduos ou erros. O método dos mínimos quadrados ajusta a reta de forma que a soma dos quadrados desses resíduos seja a menor possível, garantindo estimativas adequadas dos parâmetros β_0 e β_1 (Gujarati; Porter, 2011). Parte-se da hipótese de que as observações não são colineares, de modo que os resíduos sejam independentes e não correlacionados com a variável dependente. Para a análise proposta as variáveis foram selecionadas com base na literatura e padronizadas como taxas geográficas (valores divididos pela área territorial dos municípios). Para o trabalho proposto, todas as análises serão realizadas utilizando o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), que oferece análise estatística e de dados, com uso de dados para o ano de 2020, que, na presente pesquisa, havia disponibilidade dos dados utilizados. A estatística descritiva das variáveis orienta a escolha daquelas que compõem o modelo, que busca identificar fatores associados ao fenômeno do desmatamento por meio da modelagem matemática.

A área dos municípios foi utilizada como variável de ponderação para as outras variáveis. A área desmatada é a variável resultante dos efeitos das outras variáveis na região de análise. Parcela significativa da literatura mostra que a pecuária bovina está entre os principais vetores

do desmatamento na Amazônia devido à disponibilidade de terras e o baixo custo de produção, dentre eles Reis, Margulis (1991), Walker, Moran e Anselin (2002), Kaimowitz *et al.* (2004), Diniz *et al.* (2009), Rivero *et al.* (2009), Gazoni e Mota (2010) e Alencar *et al.* (2016).

Com a abertura das estradas na floresta Amazônica a extração de madeira intensificou-se nas frentes de expansão agrícolas, posto que as vias de escoamento aumentaram e havia um potencial madeireiro. Assim sendo, incluiu-se a variável do volume de lenha (Reis, Margulis, 1991; Alencar *et al.*, 2004). As lavouras temporárias foram incluídas seguindo a linha do *boom das commodities* a partir dos anos 2000, em que se tornou um instrumento de incentivo para a expansão da produção de áreas agrícolas mecanizadas (Garcia; Soares-Filho; Moro, 2004; Alencar *et al.*, 2004; Diniz *et al.*, 2009).

O Produto Interno Bruto (PIB) e o Valor Adicionado Bruto da Agropecuária (VAB – agropecuária) foram adicionados devido à ligação do desmatamento com os fatores macroeconômicos; isto sugere que os maiores provocadores do desmatamento são os grandes latifundiários que detêm o capital, e não os pequenos produtores que utilizam sua própria força de trabalho (Fearnside, 2005). Há autores, como Gazoni e Mota (2010), que apontam as áreas de assentamento como fator de contribuição para o aumento do desmatamento, entretanto há outros que contrapõem, como Fearnside (2005) e Alencar *et al.* (2016). Dessa forma, as áreas de assentamentos foram adicionadas no estudo para observar o comportamento.

A densidade rodoviária no município, a extensão de rodovias, a proximidade delas e as facilidades de acesso são indicadas como causas que impulsionam o desmatamento (Andersen; Reis, 1997; Walker; Moran; Anselin, 2002). Em conjunto com a necessidade de escoamento da produção, a abertura de novas rodovias ocasiona o aumento do desmatamento. A proximidade de mercados consumidores e custos de transporte estão elencados dentre as causas que colaboram para reduzir o desmatamento, pois, à medida que os estoques de madeiras ficam distantes, os custos de transportar esse produto crescem, inviabilizando a atividade. O mesmo acontece para as produções agropecuárias (Homma, 2011; Ferreira; Coelho, 2015).

Com base na literatura especializada e na disponibilidade de informações estatísticas, foram selecionadas variáveis capazes de representar dimensões relevantes para a análise do desmatamento nos municípios da região estudada. As variáveis contemplam aspectos ligados à produção agropecuária, infraestrutura, dinâmica territorial e indicadores socioeconômicos. A seguir, no Quadro 1, apresenta-se uma descrição sintética das variáveis utilizadas no modelo.

Quadro 1 – Descrição sintética das variáveis selecionadas

Notação	Variável	Descrição	Sinal esperado	Fonte
K	Área do município	Área total do município em hectare	Ponderação	IBGE
X_1	Áreas desmatadas	Área desmatada do município em hectare	Variável Dependente	Inpe/Prodes 2020a
X_2	Rebanho bovino	Quantidade de bovinos presente nos municípios	(+)	IBGE/PPM 2020
X_3	Volume de lenha e toras	Volume de lenha e tora em metros cúbicos por município	(+)	IBGE/PEVS 2020
X_4	Valor lavouras temporárias	Valor total das lavouras temporárias em mil reais por município	(+)	IBGE/PAM 2020

X_5	Produto interno bruto	Produto Interno Bruto do município em mil reais	(+)	IBGE/PIB 2020
X_6	Valor Adicionado Bruto	Valor adicionado bruto da agropecuária em mil reais por município	(+)	IBGE/PIB 2020
X_7	Áreas de assentamentos	Áreas de assentamentos da reforma agrária em hectare	(+)	Incra 2017
X_8	Estradas	Quilômetros de rodovias no município	(+)	
X_9	Duração de viagem à São Paulo	Tempo gasto do município até São Paulo em minutos	(-)	Plataforma Google Maps

Fonte: Elaboração própria.

RESULTADOS

A análise da estatística descritiva das variáveis foi realizada para se obter o panorama geral dos dados. Analisando a medida de dispersão dos dados por meio da amplitude máxima e mínima, percebe-se que há certa disparidade entre os valores dos dados para todas as variáveis selecionadas. A amplitude é caracterizada com a distância numérica do valor mínimo ao valor máximo observado. Essa dispersão entre os dados torna-se menor quando aplicada para as variáveis em taxas geográficas, pois reduz sua amplitude, contribuindo, também, para o equilíbrio entre as variáveis e o desvio padrão, ao diminuir a distância com a média.

Pequenos desvios padrão, segundo Hair *et al.* (2009), indicam que os pontos de dados estão próximo da média dos valores das variáveis, enquanto grandes desvios padrão indicam que esses pontos de dados estão longe dos dados da média. Algumas variáveis apresentaram desvio padrão pequeno, mostrando maior proximidade em relação à média, enquanto outras expõem desvios mais elevados, revelando maior dispersão dos valores.

A análise da correlação entre as variáveis faz-se necessária para identificar se a variável explicativa tem influência sobre outra variável. De acordo com Hair *et al.* (2009), o pesquisador deve utilizar variáveis independentes que não possuam multicolinearidade entre si, mas que tenham a autocorrelação com a variável dependente. Esse autor alerta que a multicolinearidade entre as variáveis independentes pode reduzir o poder preditivo de qualquer variável independente.

A seguir serão apresentadas as Tabelas 1, 2 e 3. A Tabela 1 mostra a matriz de correlação de Pearson entre as variáveis selecionadas, evidenciando os principais relacionamentos lineares. Em seguida, a Tabela 2 apresenta o resumo do modelo estimado pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), destacando indicadores de ajuste e significância. Por fim, a Tabela 3 traz a análise de variância (Anova) do modelo, confirmando a robustez estatística das variáveis preditoras na explicação do desmatamento.

A Tabela 1 apresenta os valores de correlação entre as variáveis. A correlação é explicada por Field (2009) da seguinte maneira: os valores devem ser entre +1 e -1; para valor +1 o autor indica a correlação positiva perfeita entre variáveis; à medida que a variável se altera a outra também irá se alterar positivamente. Para valores -1 há a correlação negativamente perfeita. Caso o valor seja 0, há ausência de correlação entre as variáveis. Havendo essa correlação entre

variáveis independentes, uma delas será retirada do modelo para o melhor desenvolvimento da pesquisa. As variáveis que apresentarem baixa correlação com a variável dependente também serão retiradas do modelo do Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

No trabalho de Diniz *et al.* (2009) a variável Rebanho bovino (X_2), denominada de pecuária, apresenta-se como fator do desmatamento. O resultado corrobora o que traz o estudo de Margulis (2003). Nesta pesquisa, nota-se que há uma correlação forte com a variável dependente, de modo que permaneceu no modelo. Em relação ao trabalho de Delazeri (2016), os resultados foram semelhantes em relação ao rebanho bovino, mas apresentaram dessemelhança sobre a produção de lavouras temporárias como causa principal do desmatamento nos municípios do território amazônico.

Volume de lenhas em toras (X_3) mostrou baixa correlação negativa com a variável dependente, e não há associação com outras variáveis explicativas que permaneceram no modelo. A variável, portanto, irá sair do estudo nesta pesquisa. A variável valor das lavouras temporárias (X_4) apresentou fraca correlação com a variável dependente, da mesma forma que em Diniz *et al.* (2009); desta maneira, optou-se por retirá-la do modelo. Os resultados para lavouras temporárias também divergiram do apontado por Arima *et al.* (2011).

Tabela 1 – Correlação de Pearson das variáveis

variável	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
X_1 Desmatamento	1								
X_2 Rebanho bovino	,650	1							
X_3 Lenha	-,032	-,143	1						
X_4 Lavoura temporária	,062	-,035	,035	1					
X_5 PIB	,037	-,080	,144	-,025	1				
X_6 VAB	,038	-,080	,147	-,025	,999	1			
X_7 Assentamentos	,045	,115	-,039	-,031	-,024	-,025	1		
X_8 Estradas	,396	,232	,021	,145	,039	,043	-,080	1	
X_9 Duração de viagem a São Paulo	-,586	-,458	-,028	-,268	-,030	-,033	,004	-,371	1

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Oliveira *et al.* (2011), o Produto Interno Bruto (X_5) não é representativo para o crescimento do desmatamento. Esta variável apresentou correlação fraca com a variável dependente e correlação com outras variáveis explicativas. Nessa perspectiva, optou-se pela retirada dessa variável do modelo. A variável do Valor Adicionado da Agropecuária (X_6) apresentou correlação com outras variáveis explicativas e baixa correlação com a variável dependente. Neste sentido, essa variável pode ser retirada do modelo para esta pesquisa.

Área de assentamento (X_7) é considerada variável explicativa para o desmatamento, e, nesta pesquisa, apresentou baixa correlação com a variável dependente. Expôs, também,

correlação negativa com estradas. Dispõe, porém, certo grau de correlação com as variáveis do rebanho bovino, sendo retirada da análise do fenômeno do desmatamento.

Dentre as variáveis analisadas, a variável Estradas (X_8) apresentou a segunda maior correlação com a variável dependente. No estudo de Reis e Margulis (1991) essa variável apresenta-se como impulsionadora do desmatamento. Neste sentido, tende a permanecer na análise. A variável índice de duração de viagem a São Paulo (X_9) permanecerá no modelo por trazer forte correlação negativa com a variável dependente.

Após a análise das estatísticas descritivas, a proposta de variáveis, levando em consideração essa análise de correlação para a construção desta pesquisa, faz-se com três variáveis. A configuração seria da seguinte maneira: o desmatamento como variável dependente e como variáveis explicativas: o rebanho bovino, as rodovias e o índice de duração de viagem a São Paulo.

A utilização do MQO, nesta pesquisa, visa a examinar os coeficientes de regressão para cada variável independente, e, ao mesmo tempo, procura desenvolver uma razão teórica para os efeitos das variáveis independentes, de modo a avaliar a relação entre as variáveis dependente e independentes.

Tabela 2 – Resumo do modelo do MQO

R	R ²	R ² ajustado	Erro padrão da estimativa	Estatística de mudança					Durbin-Watson
				Mudança de R ²	F Change	df1	df2	Sig. Mudança F	
,744	,553	,550	,2209680	,553	210,230	3	510	,000	1,161

Notas: variável dependente: desmatamento; preditores: rebanho bovino, estradas e duração de viagem a São Paulo.

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 2 traz o resumo dos resultados dos estimadores de regressão do MQO. O coeficiente de correlação (R) indica a força de associação entre as variáveis estudadas, apresentando a relação positiva. O valor R, igual a 0,744, demonstra boa qualidade dos ajustes da equação de regressão, refletindo também em bom grau de associação. Há, ainda, o coeficiente de determinação (R²). Este, segundo Hair *et al.* (2009), é a proporção da variância da variável dependente. O coeficiente de determinação tem seu valor expresso entre zero e 1; quanto mais próximo de 1 maior o poder explicativo da equação de regressão. Os valores são aceitáveis quando se apresentam acima de 0,500. Neste sentido, o valor de R² expresso em 0,553 é aceitável, sendo capaz de explicar parte do fenômeno do desmatamento.

O coeficiente ajustado de determinação (R² ajustado) pondera o número de variáveis independentes que são incluídas na equação de regressão com o intuito de medir a qualidade do ajustamento das variáveis. Quanto maior for o valor de R² ajustado e maior o número de variáveis, melhor será, mas se as variáveis independentes que forem incluídas apresentarem pouco poder explicativo, o valor do R² ajustado irá diminuir. Da mesma forma que R², o R² ajustado varia entre zero e 1 para indicar quanto da linha de regressão ajusta-se aos dados (Gujarati; Porter, 2011).

O valor de R² ajustado foi igual a 0,550, indicando que as variáveis independentes explicam cerca de 55% do desmatamento ocorrido no bioma Amazônia, valor considerado

moderadamente alto. Segundo Gujarati e Porter (2011), em amostras que apresentam grande diversificação de dados espera-se que o R^2 ajustado não seja tão elevado.

De acordo com Hair *et al.* (2009), o erro padrão da estimativa serve como medida de variação nos valores previstos em torno da reta de regressão, sendo usado para desenvolver intervalos de confiança associados ao valor previsto. É semelhante ao desvio padrão das variáveis em torno da média, porém demonstra a distribuição esperada de valores previstos. De acordo a Tabela 2, portanto, o erro padrão da estimativa indica que pode ocorrer a variação de 0,2209 para mais ou para menos.

Na estatística de mudança, os resultados mostram que o modelo é significativo, com cerca de 55,3% da variância dos escores do desmatamento podendo ser explicados pelas variáveis, tendo a significância da mudança F dentro do nível de 0,01. O teste de Durbin-Watson testa a correlação entre os erros. A hipótese, segundo Field (2009), é que valores iguais a 2 não são correlacionados, e valores abaixo de 1 ou acima de 3 são sinônimos de preocupação. Este teste apresentou o valor de 1,161, resultando em certa correlação entre os erros, mas considerado algo não preocupante.

A Tabela 3 apresenta os dados referentes à variância do modelo MQO. Entre eles estão a soma dos quadrados, apresentando a soma dos quadrados da regressão, a soma dos resíduos e a soma total. De acordo Hair *et al.* (2009), os quadrados da regressão expressam a quantidade de melhoramento na explicação da variável dependente, que é atribuída às variáveis independentes, enquanto a soma dos quadrados dos resíduos demonstra a variância na variável dependente que ainda não foi explicada pelo modelo de regressão. A soma destes valores equivale a 55,696. O uso destas variáveis reduz o erro para 55,29% (30,795/55,696). O valor resultante é considerado estatisticamente significativo, pois há, também, uma razão F de 210,230 e um nível de significância de 0,000.

Tabela 3 – Análise de variância do modelo dos mínimos quadrados ordinários

	Soma dos quadrados	df	Quadrado médio	F	Sig.
Regressão	30,795	3	10,265	210,230	,000
Resíduo	24,902	510	,049		
Total	55,696	513			

Notas: variável dependente: desmatamento; preditores: rebanho bovino, estradas e duração de viagem à São Paulo.

Fonte: Elaboração própria.

Os coeficientes do modelo MQO são apontados na Tabela 4. O erro padrão dessa Tabela analisa a amplitude dos coeficientes que são esperados se estes são significativamente diferentes de zero. A razão entre os coeficientes e o erro padrão equivale-se ao valor t da Tabela. O valor t mede a significância da correlação parcial da variável. Na tabela 4 pode-se observar que o valor t é significativo 0,000 e não é igual a zero. Os valores de B representam os coeficientes de regressão das variáveis independentes. Já o valor previsto para cada observação é dado pela constante (,280); o coeficiente de regressão somado a esta constante é multiplicado pelo valor da variável independente, que corresponde ao valor do coeficiente beta.

O coeficiente beta possibilita uma comparação direta entre coeficientes e sobre qual a sua explicação em relação à variável dependente. Ou seja, o valor beta permite comparar o efeito que o rebanho bovino causa sobre o desmatamento com o efeito causado de outras variáveis

sobre a variável dependente. De acordo com os dados da Tabela 4, portanto, a variável rebanho bovino tem maior efeito sobre o desmatamento do que a variável estradas, com respectivamente 46,9% e 17,4%. A variável tempo de viagem a São Paulo teve um efeito negativo sobre o desmatamento em -30,6%.

Na estatística de colinearidade apresenta-se o teste de tolerância e o fator de inflação de variância (VIF), que é a razão de 1 pelo teste tolerância (1/tolerância). No valor de tolerância é dada a capacidade preditiva da variável independente que não é prevista pelas outras variáveis do modelo. Valores altos indicam alta colinearidade entre as variáveis independentes. Hair *et al.* (2009) destacam que o valor 1 revela que não há interferência de uma variável independente em outra. Na Tabela 4 pode-se observar que os valores VIF estão próximos de 1. Esses valores revelam que não há interferência de uma variável em outra.

Tabela 4 – Coeficientes do MQO

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados Beta	t	Sig.	Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão				Tolerância	VIF
Constante	,280	,016		17,904	,000		
Rebanho bovino	,328	,023	,469	14,040	,000	,786	1,273
Estradas	31,804	5,851	,174	5,436	,000	,857	1,166
Duração de viagem a São Paulo	-,101	,012	-,306	-8,754	,000	,716	1,397

Variável dependente: desmatamento; preditores: rebanho bovino.

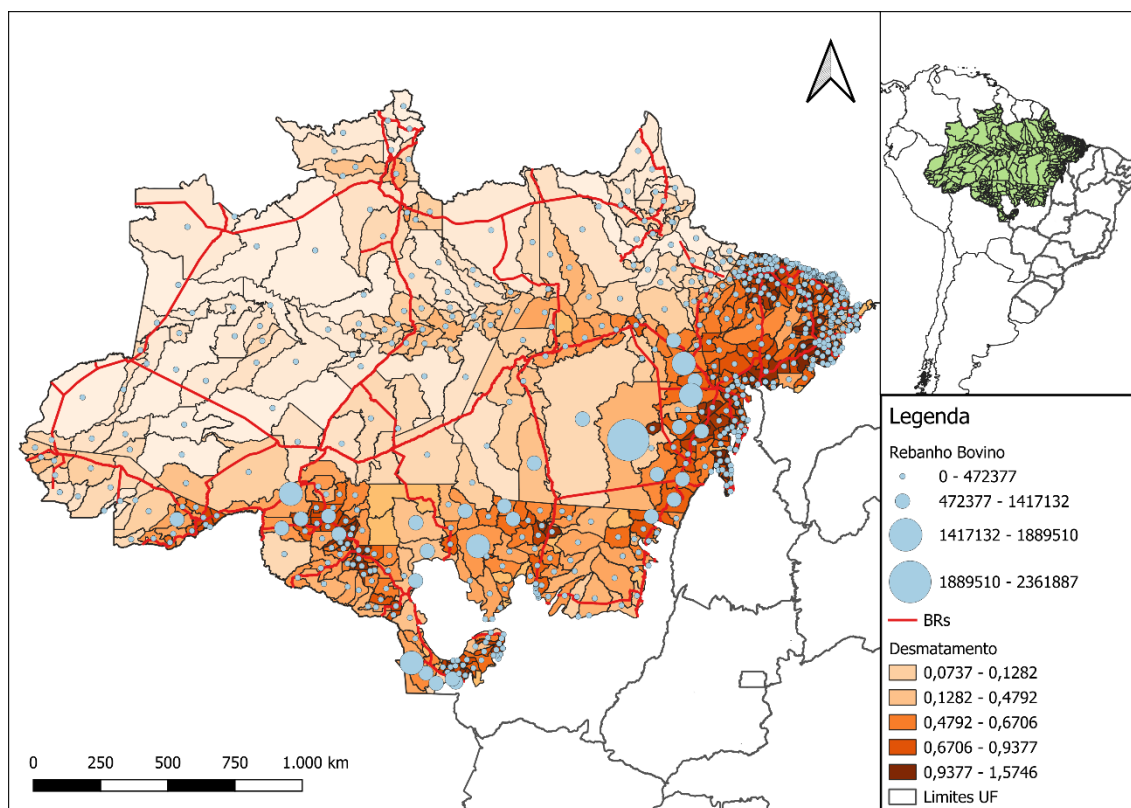
Fonte: Elaboração própria.

O modelo dos mínimos quadrados ordinários é amplamente utilizado na literatura para a análise de regressão. Para a análise do fenômeno do desmatamento esperava-se que os coeficientes das variáveis explicativas fossem: rebanho bovino e coeficiente positivo, ou seja, causadora do fenômeno; estradas, coeficiente positivo, também contribuindo para o aumento do desmatamento; e tempo de viagem até São Paulo, coeficiente negativo, pois quanto maior a distância maior seria o custo de transporte. O modelo MQO apresentou o coeficiente esperado para as variáveis, e os resultados encontrados convergem com o estudo de Santos, A. M. dos *et al.* (2021).

No mapa da Figura 1 pode-se observar espacialmente a distribuição dos municípios com maior área desmatada do bioma Amazônia. Este fenômeno concentra-se nas margens do bioma, formando um arco de desmatamento. Ainda na Figura 1 é possível verificar a espacialidade das Rodovias no Brasil (BRs) que cortam o bioma Amazônia e a concentração dos rebanhos bovinos nos municípios deste território.

Nota-se o padrão do desmatamento com os municípios que estão às margens das BRs. Da mesma forma, o fenômeno também acompanha a distribuição do rebanho bovino, evidenciando os resultados demonstrados por meio do método do MQO. Servindo como vias de escoamento da produção, as BRs funcionam como porta de entrada para o fenômeno do desmatamento. No mapa é possível observar a BR 230 (Transamazônica), a BR 364 (JK), a BR 010 (Belém-Brasília) e a BR 163 (Cuiabá-Santarém), cortando municípios com elevadas taxas de desmatamento.

Figura 1 – Mapa de espacialização do desmatamento no bioma Amazônia para 2020

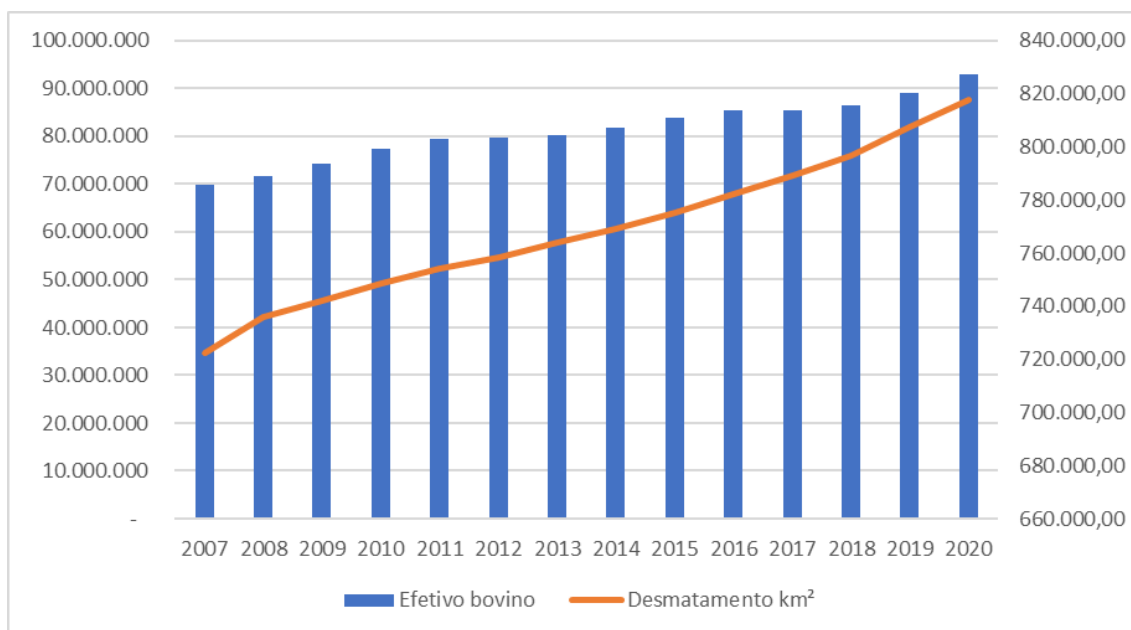


Fonte: Elaboração própria com base em dados do Prodes e das pesquisas Estruturantes.

Também é possível observar no mapa da Figura 1 a ligação do rebanho bovino com os municípios desmatados, mas também com as BRs por onde essa produção é escoada. Os municípios com maiores rebanhos estão concentrados no sudeste paraense, Mato Grosso e Rondônia, tendo, esses, altas taxas de desmatamento. O mapa possibilitou a visualização espacial dos resultados que o MQO demonstrou, constatando-se a espacialização do fenômeno do desmatamento.

O Gráfico 1 apresenta o crescimento do efetivo bovino e o aumento do desmatamento na Amazônia Legal de 2007 a 2020. No período demonstrado no Gráfico 1 pode-se observar que, mesmo com o fomento do PPCDAM, em vigor até 2015, no somatório dos municípios houve avanço do fenômeno sobre a floresta em pé. Nota-se, também que, no período demonstrado no Gráfico 1, o efetivo bovino aumentou em mais de 20 milhões de cabeças de gado, e, em certa medida, a variável dependente e a variável explicativa seguem a mesma trajetória de crescimento.

Gráfico 1 – Evolução do desmatamento e efetivo bovino na Amazônia Legal



Fonte: Elaboração própria com base em dados do Prodes e das pesquisas Estruturantes.

DISCUSSÃO

Com a aplicação do modelo supra apresentado e seus respectivos resultados, permitiu-se identificar que a expansão do rebanho bovino e a ampliação das estradas são, respectivamente, os principais fatores que concorrem para o desmatamento do bioma, enquanto a distância dos centros consumidores apresentou relação negativa com o desmatamento.

Os fatores apontados, em seu conjunto, como aqueles cujas manifestações aparentes estão mais fortemente associadas ao desmatamento, corroboram a posição de autores como Rivero *et al.* (2009), Diniz (2017), Gomes Junior (2019) e Michelotti, Nascimento e Gomes Júnior (2023), quando argumentam que, em última análise, o desmatamento na Amazônia reflete a forma de expansão da fronteira agropecuária-agrícola por meio de um processo de homogeneização da produção e sua racionalidade mercantil que encontraram para a dinâmica socioeconômica no bioma, o que se fez ancorado, sobretudo, na pecuária bovina e nos últimos anos na agricultura mecanizada.

O desmatamento não segue um único padrão preestabelecido, mas múltiplos processos. Deve-se ressaltar o argumento de Castro (2005), que leciona que as causas do desmatamento são múltiplas, não podendo isolá-lo a uma ou duas variáveis. Este resultado é condizente com o afirmado por Barros e Stege (2019), que afirmam que o desmatamento na Amazônia e, em especial, nos municípios prioritários, é determinado por características diferenciadas, dependendo do perfil dos seus agentes e do tipo de atividade socioeconômica da região que o ocasiona.

Para Rivas, Mota e Machado (2009), a especulação fundiária, em conjunto com a abertura de estradas, corrobora o efeito do fenômeno do desmatamento. Michelotti (2019) aponta dois processos de transformação na Amazônia: o primeiro transforma a floresta, que é um bem

público, em mata, tornando-se a mercadoria; o segundo é a transformação dessa mata em área de pastagem ou lavoura, incorporando esta mercadoria nos processos produtivos da agropecuária.

As condições de infraestrutura de transporte no bioma Amazônia cada vez mais deixam de ser limitadoras para a inserção de produção no solo amazônico. Impulsionando a produção bovina e a agricultura mecanizada voltada para a exportação, conforme Michelotti (2019), as frentes de expansão pecuária interiorizaram-se de modo a estabelecer fazendeiros autônomos, com intensa transformação do uso da terra com pastagem para a pecuária bovina.

Segundo Diniz (2017), a variável estrada provoca o desmatamento tanto pelo efeito direto, no qual a área de floresta torna-se estradas, quanto pelo efeito indireto, com a proximidade dos centros urbanos consumidores, disponibilizando o fácil acesso e o escoamento do que é produzido. O crescimento das estradas acarreta a expansão de áreas propícias para o surgimento de pastagens, além da redução do custo de transporte e aumento da migração para a região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As manifestações aparentes, indicadas aqui como sendo as mais relevantes, apontam para estudos posteriores que procurem identificar, para além das manifestações aparentes, os fundamentos de tais dinâmicas sociais. Considera-se as indicações de Becker (2005), quando a autora trata de mudanças que resultam de um modelo de ocupação baseado na visão externa, na relação com o mercado internacional, na sua constituição como fronteira do capital natural em âmbito global e num processo de mercantilização dos recursos naturais da Amazônia, por meio dos quais elementos da natureza transformam-se em mercadorias.

O que, portanto, se manifesta aparentemente por intermédio dos dados analisados empiricamente, são as variáveis citadas anteriormente como causas do desmatamento. Na essência da análise, outros fatores podem aparecer como causa, mas não coube aqui trazer esta discussão. Outra conclusão, considerada com base na literatura e nos dados apresentados, é que o entendimento do processo do desmatamento se dá com a compreensão da variável rebanho bovino e sua inserção como meio de produção e como acúmulo de riqueza por diversos agentes inseridos no bioma Amazônia.

O trabalho limita-se ao analisar um recorte do território amazônico por meio de diversas variáveis. Outro ponto é a dependência de dados secundários, que está sujeita às limitações inerentes aos dados públicos, quando podem ocorrer variações na qualidade, na totalidade e na frequência de atualização das informações entre os diferentes municípios. Mesmo o resultado apontado para o rebanho bovino e expansão das estradas, há um conjunto de fatores que corroboram essas variáveis como causa do fenômeno do desmatamento, mas não podemos limitar-nos a elas. Pesquisas futuras podem contribuir para o entendimento do fenômeno em questão, e, por exemplo, como a expansão das *commodities*, como a soja, tem poder de influência sobre o desmatamento, considerando que essa produção avança sobre áreas que antes eram pastagens e não diretamente sobre a floresta.

Por fim, é possível também observar que pesquisas e agendas normativas que envolvam o Planejamento e Desenvolvimento Urbano e Regional na Amazônia devem necessariamente considerar a influência, regionalmente distinta, que é exercida na organização do espaço regional pela expansão do rebanho bovino, pela ampliação das estradas e pela redução do tempo de acesso a centros econômicos do país.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. *et al.* *Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: histórico, tendências e oportunidades*. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – Ipam, 2016.
- ANDERSEN, L. E.; REIS, E. J. Deforestation, development, and government policy in the Brazilian Amazon: an econometric analysis. *Texto para Discussão nº 513*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1997.
- ANSELIN, L. Local Indicator of Spatial Association-LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- ARIMA, Eugenio Y.; Richards, P.; Walker, R. *et al.* Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, v. 6, n. 2, p. 024010, 2011. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/6/2/024010>.
- BARROS, P. H. B. de; STEGE, A. L. *Economic Development and Deforestation in the Brazilian Amazon: a Dynamic Spatial Panel Approach*. 2019. 47º Encontro Nacional de Economia (ANPEC). Área 11 - Economia Agrícola e do Meio Ambiente. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2019/submissao/files/_/i116ae748d147bb6947c2202b83cfe60a63.pdf.
- BECKER, B. K. Fronteira e urbanização repensadas. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 47, n. 3/4, p. 357-371, jul./dez. 1985.
- BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*, Vol. 19, nº 53, p. 71-86, 2005. Disponível em: https://revistas.usp.br/eav/pt_BR/article/view/10047/11619.
- BUTT, E. W. *et al.* Amazon deforestation causes strong regional warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 120, n. 45, e2309123120, 2023.
- CARVALHO, M. S. *et al.* Análise espacial de áreas. In: DRUK, S. *et al.* *Análise espacial de dados geográficos*. Brasília: Embrapa, 2004. p. 23-43.
- CASTRO, E. Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia. *Novos Cadernos Naea*, v. 8, n. 2, p. 5-39, dez. 2005. ISSN 1516-64812005.
- DELAZERI, L. M. Determinantes do desmatamento nos municípios do Arco Verde-Amazônia Legal: uma abordagem econométrica. *Revista Economia Ensaios*, v. 30, n. 2, 2016.
- DINIZ, M. B. *Desmatamento e ausência de riqueza na Amazônia*. 1. ed. Belém, PA: Paka-Tatu, 2017.
- DINIZ, M. B. *et al.* Causas do desmatamento da Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal brasileira. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 121-151, jan./abr. 2009.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.
- FERREIRA, M. D. P.; COELHO, A. B. Desmatamento recente nos Estados da Amazônia legal: uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais. *RESR*, Piracicaba, SP, v. 53, n. 1, p. 93-108, jan./mar. 2015.
- FIELD, A. *Descobrimos a estatística usando o SPSS*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GARCIA, R. A.; SOARES-FILHO, B. S.; MORO, S. Modelagem espacial do desmatamento Amazônico. XIV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS – ABEP, 14., 2004, Caxambu. *Anais [...]*. Caxambu, 20 a 24 de setembro de 2004.
- GAZONI, J. L.; MOTA, J. A. Fatores político-econômicos do desmatamento na Amazônia Oriental. *Sustainability in Debate*, v. 1, n. 1, p. 25-42, 2010. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v1n1.2010.728>
- GOMES JUNIOR, E. Padrão de reprodução do capital e formas gerais de apropriação fundiária na fronteira agromineral brasileira: cerrados do Norte e Amazônia meridional pós anos 2000. 3029. Tese (Doutorado) – Unicamp. Campinas, SP, 2019.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. *Econometria básica*. 5. ed. Porto Alegre: Amgh Editora, 2011.
- HAIR, J. F. *et al.* *Análise multivariada de dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009. ISBN 978-85-7780-534-1.
- HOMMA, A. K. O. Madeira na Amazônia: extração, manejo ou reflorestamento? *Amazônia: Ci. & Desenvolvimento*, Belém, v. 7, n. 13, jul./dez. 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). *Produto Interno Bruto dos municípios*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: fev. 2023a.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). *População estimada*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: fev. 2023b.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Prodes 2020*. 2020a. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Terra Brasilis 2020*. 2020b. Disponível em: http://terra-brasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates

- KAIMOWITZ, D. *et al.* A conexão hambúrguer alimenta a destruição da Amazônia. *CIFOR, Bogor Barat, Indonesia*, 2004.
- KAMPEL, S. A.; CÂMARA, G.; QUINTANILHA, J. A. Análise exploratória das relações espaciais do desflorestamento na Amazônia Legal Brasileira. *Anais Gisbrasil*. Salvador, Brasil, 2000.
- MACHADO, L. de O. R. Desflorestamento na Amazônia Brasileira: ação coletiva, governança e governabilidade em áreas de fronteira. *Sociedade e Estado*, Brasília, v. 24, n° 1, p. 115-147. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/se/a/pnh9jTYfn5X3nWKJvkZzV5b/?format=pdf&lang=pt>.
- MARGULIS, S. *Causas do desmatamento na Amazônia brasileira*. 1. ed. Brasília: Banco Mundial, 2003.
- MARQUES, A. P. da S. *et al.* Análise exploratória de dados de área para índices de furto na mesorregião de Presidente Prudente-SP. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., 2010, Recife, PE, 27-30 jul. 2010.
- MICHELOTTI, F. *Territórios de produção agromineral: relações de poder e novos impasses na luta pela terra no sudeste paraense*. 2019. Tese (Doutorado) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2019.
- MICHELOTTI F.; NASCIMENTO H. M. d.; GOMES JÚNIOR E. Ajuste espacial e temporal na Amazônia: reflexões sobre fronteira do capital e des-re-configurações territoriais. In: MONTEIRO, M. A. (ed.). *Amazônia: a região de Carajás*. Belém: Naea, 2023. p. 53-75. DOI: <https://doi.org/10.4322/978-85-7143-217-8.cap04>
- OLIVEIRA, R. C. de *et al.* Desmatamento e crescimento econômico no Brasil: uma análise da Curva de Kuznets Ambiental para a Amazônia Legal. *RESR, Piracicaba*, SP, v. 49, n. 3, p. 709-740, 2011.
- PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. Análise da relação entre desmatamento e bem-estar da população da Amazônia Legal. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 48, n. 1, p. 165-193, 2010.
- REIS, E. J.; MARGULIS, S. Options for slowing Amazon jungle clearing. In: DORNBUSCH, R.; POTERBA, J. *Economic Policy Responses to Global Warming*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- RIVAS, A.; MOTA, J. A.; MACHADO, J. A. da C. *Instrumentos econômicos para a proteção da Amazônia: a experiência do Pólo Industrial de Manaus*. 1. ed. Curitiba: Editora CRV: Coeditora Piatam, 2009.
- RIVERO, S. L. de M. *et al.* Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova Economia*, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.
- SANTOS, A. A. dos *et al.* Ameaças, fragilização e desmonte de políticas e instituições indigenistas, quilombolas e ambientais no Brasil. *Estudos Sociedade e Agricultura*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 3, p. 669-698, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.36920/esa-v29n3-7>
- SANTOS, A. M. dos *et al.* Deforestation drivers in the Brazilian Amazon: assessing new spatial predictors. *Journal of Environmental Management*, v. 294, n. 113020, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721010823>
- SUDAM. Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia. Ministério do Interior. *1º Plano Diretor*, Belém, v. 1, triênio 1968/1970, 1967.
- SUDAM. Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia. Ministério do Interior. *II Plano de Desenvolvimento da Amazônia*; detalhamento do II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975-79). Belém, 1975.
- TYSZLER, M. *Econometria espacial: discutindo medidas para a matriz de ponderação espacial*. 2006. Dissertação (Mestrado) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo. 2006.
- WALKER, R.; MORAN, E.; ANSELIN, L. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: external capital and household processes. *World Development*, v. 28, n. 4, p. 683-699, 2002.

Autor Correspondente

Emílio Campos Mendes

Universidade Federal do Pará – Ufpa

Rua Augusto Corrêa, nº 1 – Bairro: Guamá. CEP: 66075 – 110. Belém/PA

maurilio.monteiro@unifesspa.edu.br

Este é um artigo de acesso aberto distribuído
sob os termos da licença Creative Commons.

